



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111997746 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 15

(21) 申请号 202010695414.6

F02B 53/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.20

F02B 69/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F02M 26/12 (2016.01)

申请公布号 CN 111997746 A

F02D 19/08 (2006.01)

F02D 41/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.11.27

F02D 41/30 (2006.01)

(73) 专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(56) 对比文件

CN 101718221 A, 2010.06.02

(72) 发明人 纪常伟 常珂 汪硕峰 杨金鑫

US 2002098394 A1, 2002.07.25

孟昊

CN 111156078 A, 2020.05.15

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

US 2018170496 A1, 2018.06.21

有限公司 11203

CN 101260846 A, 2008.09.10

专利代理师 刘萍

审查员 陈启林

(51) Int. Cl.

F02B 53/00 (2006.01)

F02B 53/10 (2006.01)

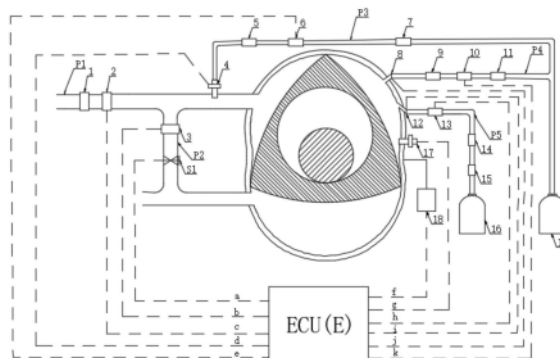
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机及其控制方法

(57) 摘要

一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机及其控制方法,属于内燃机领域。具体涉及一种根据转子发动机转速信号调节缸内氢气直喷量、进气道氢气喷射量以及EGR率的控制方法。该装置以转子机转速传感器输出信号为依据,判断转子机的运转工况,并结合空气流量调节器(2)、EGR阀(3)、氢气喷嘴(4)、(8)等合理调控混合气成分及过量空气系数,在多种工况下保证了转子机良好动力性,并且有效降低尾气中有害物的排放。与现有技术相比,本发明利用氢气喷射及EGR技术提升转子机性能的同时有效降低排放污染,具有一定的创新性和应用前景。



1. 一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机的控制方法,所述转子机包括:进气管路(P1)上依次有:空气滤清器(1)、空气流量调节器(2);第一氢气喷射支路(P3)上依次有:第一氢气喷嘴(4)、第一阻燃阀(5)、第一氢气流量调节器(6)、第一减压阀(7)、氢气储存罐(19),第一氢气喷射支路氢气喷射后在进气道与空气混合形成混合气;第二氢气喷射支路(P4)上依次有:第二氢气喷嘴(8)、第二阻燃阀(9)、第二氢气流量调节器(10)、第二减压阀(11),第二氢气喷射支路(P4)氢气直接喷入缸内与混合气混合;汽油喷射管路(P5)上依次有:汽油喷嘴(12)、汽油流量调节器(13)、油泵(14)、汽油滤清器(15)、油箱(16),汽油采用缸内直喷,在缸内直接与混合气混合;排气支路(P2)上依次有:开关(S1)、EGR阀(3);火花塞(17)、转速传感器(18)、ECU(E),ECU(E)与开关(S1)有信号a交互、与EGR阀(3)有信号b交互、与空气流量调节器(2)有信号c交互、与第一氢气喷嘴(4)有信号d交互、与第一氢气流量调节器(6)有信号e交互、与转速传感器(18)有信号f交互、与火花塞(17)有信号g交互、与汽油流量调节器(13)有信号h交互、与汽油喷嘴(12)有信号i交互、与第二氢气喷嘴(8)有信号j交互、与第二氢气流量调节器(10)有信号k交互;

其特征在于:

转子机ECU(E)接收转速传感器(18)的转速n信号:

当转子机转速低于怠速转速时,不采用氢气喷射和EGR,关闭第一减压阀(7)和第二减压阀(11),使喷入进气道和气缸内的氢气流量为0;关闭开关(S1),使废气直接排入大气中;此时,ECU(E)输出信号i,汽油经汽油喷射管路(P5),从汽油喷嘴(12)喷入气缸内;同时ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号c,调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在0.8-0.9,ECU(E)向火花塞(17)发送信号g,点燃缸内混合气,实现转子机浓燃起动;

当转子机转速在怠速转速与额定转速之间时,采用进气道氢气喷射,关闭第二减压阀(11),使直喷氢气流量为0;关闭开关(S1),废气直接排入大气中;此时,ECU(E)输出信号d,氢气经第一氢气喷射支路(P3)从第一氢气喷嘴(4)喷入进气道当中,同时第一氢气流量调节器(6)调节进气道喷射的氢气体积流量为总混合气体积的2%;ECU(E)输出信号i,汽油经汽油喷射管路(P5),从汽油喷嘴(12)喷入气缸内,同时ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号c,调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在1.1-1.3,ECU(E)向火花塞(17)发送信号g,点燃缸内混合气;其中,氢气体积百分比 $\varphi_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{(V_{H_2} + V_{air})} \times 100\% = 2\%$, V_{H_2} 为气缸内的氢气体积分数, V_{air} 为气缸内的空气体积分数;

当转子机转速在额定转速与最高转速之间时,采用缸内直喷氢气与EGR混合策略,关闭第一减压阀(7),使喷入进气道的氢气流量为0;ECU(E)输出信号j,氢气经第二氢气喷射支路(P4)从第二氢气喷嘴(8)直接喷入燃烧室,第二氢气流量调节器(10)调节喷射的氢气体积流量为进气过程结束时刻缸内混合气总体积量的2%;此时,ECU(E)输出信号a和b,打开开关(S1)并调节EGR阀(3)使EGR率为15%;ECU(E)输出信号i,汽油经汽油喷射管路(P5),从汽油喷嘴(12)喷入气缸内,同时ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号c,调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在0.9-1.1,ECU(E)向火花塞

(17) 发送信号g, 点燃缸内混合气; 其中, EGR 占总混合气体积比 $\varphi_{EGR} = V_{EGR} / (V_{EGR} + V_{air})$ $\times 100\% = 15\%$, V_{EGR} 为进入气缸内的EGR体积分数; 氢气体积百分比 $\varphi_{H_2} = V_{H_2} / (V_{EGR} + V_{air})$ $\times 100\% = 2\%$; 由于氢气在压缩过程中直接喷入缸内, 因此氢气喷射量不挤占进气过程中通过进气道进入的空气及EGR的体积, 直喷喷入缸内的氢气量以进气过程结束时刻缸内混合气总体积量为基准;

当转子机转速高于最高转速时, ECU (E) 发出信号, 停止燃料与空气的供给, 同时, ECU (E) 停止发出点火信号g至火花塞(17), 使转子机停止工作。

一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明设计了一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机控制方法,具体涉及一种根据转子发动机转速信号调节缸内氢气直喷量、进气道氢气喷射量以及 EGR 率的控制方法,属于内燃机领域。

背景技术

[0002] 转子发动机凭借其独特的几何设计和运动方式,使其相比于活​​塞机具有结构简单、体积小、质量轻、扭矩均匀、运行平稳等诸多优点,然而转子机特殊的几何结构又使其缸内存在较多狭小区域,不完全燃烧现象严重,增加了淬熄效应,导致碳氢排放较高,并且在高转速、大负荷运行时排放效果差的问题突出。

[0003] 氢气作为清洁能源拥有较短的淬熄距离,宽泛的燃烧极限,很适合于在转子机中燃烧,并且氢气中不含碳元素,作为掺混燃料可以有效降低 HC、CO 的生成,但进气道喷氢会降低汽油/空气的质量分数,导致充气效率降低,通过缸内直喷氢气的方法可以解决进气道掺氢的问题,但直喷掺氢会导致燃烧过于剧烈等问题,因此转子机需要更合理的掺氢燃烧策略。同时转子机运转时采用 EGR 技术可以有效降低尾气中 NO_x 含量。

[0004] 为改善转子发动机的燃烧与排放特性,本发明提出一种根据转子发动机转速信号调节缸内氢气直喷量、进气道氢气喷射量以及 EGR 率的控制方法,通过合理调控混合气的成分和过量空气系数,在多种工况下保证转子机良好动力性的同时有效降低尾气中有害物的排放量。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机,通过转子发动机的转速信号调节缸内氢气直喷量、进气道氢气喷射量以及 EGR 率,实现在不同工况下保证转子发动机良好动力性的同时有效遏制尾气污染物的生成。

[0006] 本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机,其特征在于,包括进气管路 (P1),其上依次有:空气滤清器 (1)、空气流量调节器 (2)、氢气喷射支路 (P3),其上依次有:氢气喷嘴 (4)、阻​​燃阀 (5)、氢气流量调节器 (6)、减压阀 (7)、氢气储存罐 (19);氢气喷射支路 (P4),其上依次有:氢气喷嘴 (8)、阻​​燃阀 (9)、氢气流量调节器 (10)、减压阀 (11);汽油喷射管路 (P5),其上依次有:汽油喷嘴 (12)、汽油流量调节器 (13)、油泵 (14)、汽油滤清器 (15)、油箱 (16);排气支路 (P2),其上依次有:开关 (S1)、EGR 阀 (3);火花塞 (17)、转速传感器 (18)、ECU (E)。

[0008] 根据 ECU (E) 的控制,在进气管路 (P1) 中,空气经空气滤清器 (1)、空气流量调节器 (2) 进入进气道;在汽油喷射支路 (P5) 中,汽油依次经过油箱 (16)、汽油滤清器 (15)、油泵 (14)、汽油流量调节器 (13)、汽油喷嘴 (12) 直接喷射到燃烧室当中;氢气支路 (P3) 和 (P4) 根据运转工况不同,通过 ECU (E) 信号调节具体喷射时刻和喷射量,喷射时支路 (P3) 中氢气

喷射到进气道内与空气混合,支路(P4)中氢气直接喷射到气缸内与混合气混合,最终混合气经火花塞点燃后在气缸内燃烧;燃烧后废气通过ECU(E)信号的控制,经排气支路(P2)通过开关(S1)、EGR阀(3)重新进入进气道,或者通过ECU(E)信号的控制直接排出。

[0009] 进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机包括以下控制过程:

[0010] 转子发动机ECU(E)接收转速传感器(18)的转速(n)信号:

[0011] 当转子机转速低于怠速转速时,不采用氢气喷射和EGR,关闭减压阀(7)和(11),使喷入进气道和气缸内的氢气流量为0;关闭开关(S1),使废气直接排入大气中;此时,ECU(E)输出信号(i),油泵(14)将油箱(16)中的汽油抽出,经过汽油滤清器(15)和汽油流量调节器(13)之后,从汽油喷嘴(12)喷入气缸内;同时ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号(c),调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在0.8-0.9,ECU(E)向火花塞(17)发送信号(g),点燃缸内混合气,实现发动机浓燃起动作;

[0012] 当转子机转速在怠速转速与额定转速之间时,采用进气道氢气喷射,关闭减压阀(11),使直喷氢气流量为0;关闭开关(S1),废气直接排入大气中;此时,ECU(E)输出信号(d),氢气从氢气储存罐(19)抽出,经减压阀(7)、氢气流量调节器(6)、阻燃阀(5)从氢气喷嘴(4)喷入进气道当中,同时ECU(E)输出信号(e)至氢气流量调节器(6),调节进气道喷射的氢气体积流量为总混合气体积的2%;此时,ECU(E)输出信号(i),油泵(14)将油箱(16)中的汽油抽出,经过汽油滤清器(15)和汽油流量调节器(13)之后,从汽油喷嘴(12)喷入气缸内,同时ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号(c),调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在1.1-1.3,ECU(E)向火花塞(17)发送信号(g),点燃缸内混合气;其中,氢气体积百分比 $\varphi_{H_2} = V_{H_2} / (V_{H_2} + V_{air}) \times 100\% = 2\%$;

[0013] 当转子机转速在额定转速与最高转速之间时,采用缸内直喷氢气与EGR混合策略,关闭减压阀(7),使喷入进气道的氢气流量为0;ECU(E)输出信号(j),氢气经氢气喷射支路(P4)从氢气喷嘴(8)直接喷入燃烧室,氢气流量调节器(6)调节喷射的氢气体积流量为进气过程结束时刻缸内混合气总体积量的2%;此时,ECU(E)输出信号(a)和(b),打开开关(S1)并调节EGR阀(3)使EGR率为15%;ECU(E)输出信号(i),汽油经汽油喷射管路(P5),从汽油喷嘴(12)喷入气缸内,同时ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号(c),调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在0.9-1.1,ECU(E)向火花塞(17)发送信号(g),点燃缸内混合气;其中,EGR占总混合气体积比 $\varphi_{EGR} = V_{EGR} / (V_{EGR} + V_{air}) \times 100\% = 15\%$;氢气体积百分比 $\varphi_{H_2} = V_{H_2} / (V_{EGR} + V_{air}) \times 100\% = 2\%$;由于氢气在压缩过程中直接喷入缸内,因此氢气喷射量不挤占进气过程中通过进气道进入的空气及EGR的体积,直喷喷入缸内的氢气量以进气过程结束时刻缸内混合气总体积量为基准;

[0014] 当转子机转速高于最高转速时,ECU(E)发出信号,停止燃料与空气的供给,同时,ECU(E)停止发出点火信号(g)至火花塞(17),使转子机停止工作。

[0015] 本发明的有益效果主要是:利用氢气作为清洁能源拥有较短的淬熄距离,宽泛的燃烧极限,适合于在转子机中燃烧等特点,根据转子机转速信号,在进气道和缸内选择不同氢气掺混方式,并结合EGR技术,实现一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机控制方法。克服了汽油燃料转子机在运转过程中燃烧不完全,污染物排放量高等缺点,在提升燃料燃烧效率的同时有效遏制尾气污染物的生成。

附图说明

[0016] 图1.本发明的结构和工作原理

[0017] 图1中:进气管路(P1),其上依次有:空气滤清器(1)、空气流量调节器(2)、氢气喷射支路(P3),其上依次有:氢气喷嘴(4)、阻燃阀(5)、氢气流量调节器(6)、减压阀(7)、氢气储存罐(19);氢气喷射支路(P4),其上依次有:氢气喷嘴(8)、阻燃阀(9)、氢气流量调节器(10)、减压阀(11);汽油喷射管路(P5),其上依次有:汽油喷嘴(12)、汽油流量调节器(13)、油泵(14)、汽油滤清器(15)、油箱(16);排气支路(P2),其上依次有:开关(S1)、EGR阀(3);火花塞(17)、转速传感器(18)、ECU(E)。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和具体实施方式对于本发明做进一步的说明:

[0019] 一种进气道及直喷复合的掺氢汽油燃料转子机包括:根据ECU(E)的控制,在进气管路(P1)中,空气经空气滤清器(1)、空气流量调节器(2)进入进气道;在汽油喷射支路(P5)中,汽油依次经过油箱(16)、汽油滤清器(15)、油泵(14)、汽油流量调节器(13)、汽油喷嘴(12)直接喷射到燃烧室当中;氢气支路(P3)和(P4)根据运转工况不同,通过ECU(E)信号调节具体喷射时刻和喷射量,喷射时支路(P3)中氢气喷射到进气道内与空气混合,支路(P4)中氢气直接喷射到气缸内与混合气混合,最终混合气经火花塞点燃后在气缸内燃烧;燃烧后废气通过ECU(E)信号的控制,经排气支路(P2)通过开关(S1)、EGR阀(3)重新进入进气道,或者通过ECU(E)信号的控制直接排出。

[0020] 转子发动机ECU(E)接收转速传感器(18)的转速(n)信号:

[0021] 当转子机转速低于怠速转速时,不采用氢气喷射和EGR,关闭减压阀(7)和(11),使喷入进气道和气缸内的氢气流量为0;关闭开关(S1),使废气直接排入大气中;此时,ECU(E)输出信号(i),油泵(14)将油箱(16)中的汽油抽出,经过汽油滤清器(15)和汽油流量调节器(13)之后,从汽油喷嘴(12)喷入气缸内;ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号(c),调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在0.8-0.9,ECU(E)向火花塞(17)发送信号(g),点燃缸内混合气,实现发动机浓燃起动;

[0022] 当转子机转速在怠速转速与额定转速之间时,采用进气道氢气喷射,关闭减压阀(11),使直喷氢气流量为0;关闭开关(S1),废气直接排入大气中;此时,ECU(E)输出信号(d),氢气从氢气储存罐(19)抽出,经减压阀(7)、氢气流量调节器(6)、阻燃阀(5)从氢气喷嘴(4)喷入进气道当中,同时ECU(E)输出信号(e)至氢气流量调节器(6),调节进气道喷射的氢气体积流量为总混合气体积的2%;此时,ECU(E)输出信号(i),油泵(14)将油箱(16)中的汽油抽出,经过汽油滤清器(15)和汽油流量调节器(13)之后,从汽油喷嘴(12)喷入气缸内,同时ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号(c),调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在1.1-1.3,ECU(E)向火花塞(17)发送信号(g),点燃缸内混合气;其中,氢气体积百分比 $\varphi_{H_2} = V_{H_2} / (V_{H_2} + V_{air}) \times 100\% = 2\%$;

[0023] 当转子机转速在额定转速与最高转速之间时,采用缸内直喷氢气与EGR混合策略,关闭减压阀(7),使喷入进气道的氢气流量为0;ECU(E)输出信号(j),氢气经氢气喷射支路(P4)从氢气喷嘴(8)直接喷入燃烧室,氢气流量调节器(6)调节喷射的氢气体积流量为进气过程结束时刻缸内混合气总体积量的2%;此时,ECU(E)输出信号(a)和(b),打开开关(S1)

并调节EGR 阀(3)使EGR率为15%;ECU(E)输出信号(i),汽油经汽油喷射管路(P5),从汽油喷嘴(12)喷入气缸内,同时ECU(E)接收来自空气流量调节器(2)的信号(c),调节汽油流量调节器(13)中汽油的供给量,使得缸内过量空气系数 λ 维持在0.9-1.1,ECU(E)向火花塞(17)发送信号(g),点燃缸内混合气;其中,EGR占总混合气体积比 $\varphi_{EGR} = V_{EGR} / (V_{EGR} + V_{air}) \times 100\% = 15\%$;氢气体积百分比 $\varphi_{H_2} = V_{H_2} / (V_{EGR} + V_{air}) \times 100\% = 2\%$;由于氢气在压缩过程中直接喷入缸内,因此氢气喷射量不挤占进气过程中通过进气道进入的空气及EGR的体积,直喷喷入缸内的氢气量以进气过程结束时刻缸内混合气总体积量为基准;

[0024] 当转子机转速高于最高转速时,ECU(E)发出信号,停止燃料与空气的供给,同时,ECU(E)停止发出点火信号(g)至火花塞(17),使转子机停止工作。

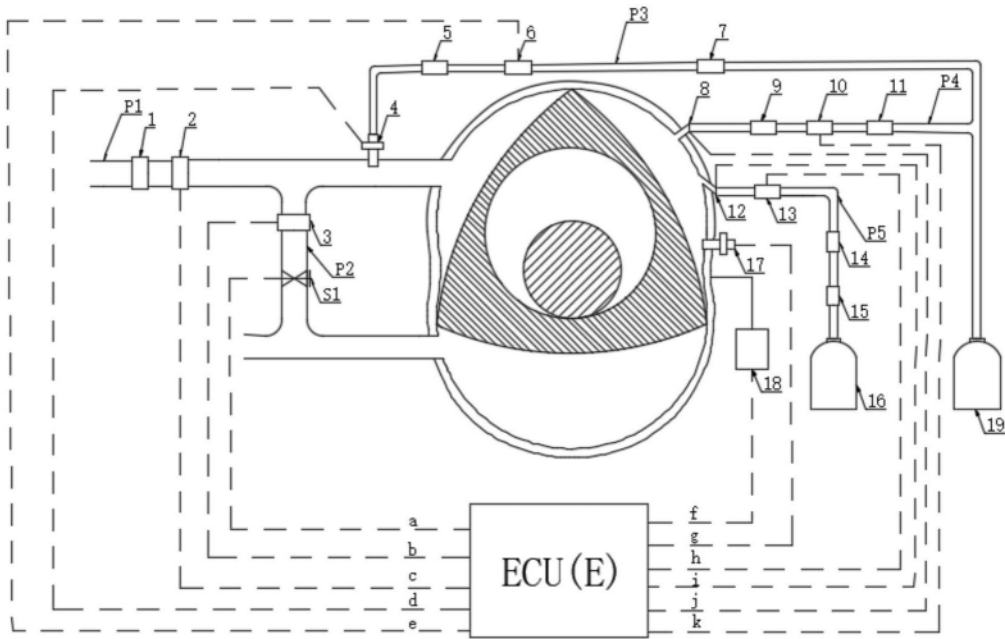


图1